

Fifth
Edition

Jan W. Kuzma
Stephen E. Bohnenblust

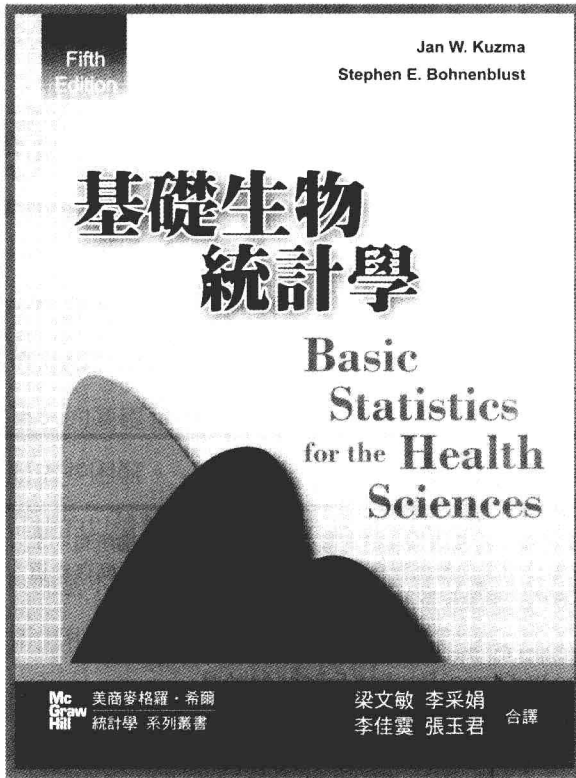
基礎生物 統計學

Basic
Statistics
for the Health
Sciences

美商麥格羅·希爾
統計學 系列叢書

梁文敏 李采娟
李佳霽 張玉君

合譯



基礎生物統計學

Basic Statistics for the Health Sciences (5e)

Jan W. Kuzma
Stephen E. Bohnenblust

著

梁文敏 李采娟
李佳霽 張玉君

合譯

Education



雙葉書廊有限公司 發行

雙葉書廊
YEH YEH BOOK GALLERY

伸 · 知 · 識 · 邊 · 界

<http://www.yehyeh.com.tw>

基礎生物統計學 / Jan W. Kuzma, Stephen E. Bohnenblust 著 ; 梁文敏等合譯. -- 初版. -- 臺北市 : 麥格羅希爾, 2009. 1
面 ; 公分
譯自 : Basic statistics for the health sciences, 5 th ed.
ISBN 978-986-157-591-9 (平裝)

1. 生物統計學

360.13

97022515

基礎生物統計學

2009年，美商麥格羅·希爾國際股份有限公司台灣分公司版權所有。本書所有內容，未經本公司事前書面授權，不得以任何方式（包括儲存於資料庫或任何存取系統內）作全部或局部之翻印、仿製或轉載。

Original: Basic Statistics for the Health Sciences, 5e
By Jan W. Kuzma, Stephen E. Bohnenblust
ISBN: 978-0-07-284403-0
Copyright © 2004 by McGraw-Hill, Inc. All rights reserved.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 Y C 2 1 0 9

作者 Jan W. Kuzma, Stephen E. Bohnenblust
譯者 梁文敏、李采娟、李佳囊、張玉君
合作出版暨發行所 美商麥格羅·希爾國際股份有限公司 台灣分公司
台北市中正區博愛路 53 號 7 樓
TEL: (02) 2311-3000 FAX: (02) 2388-8822
tw_edu_service@mcgraw-hill.com
台北市羅斯福路三段 269 巷 12 號 1 樓
TEL: (02) 2368-4198 FAX: (02) 2365-7990
<http://www.yehyeh.com.tw>
E-mail: reader@yehyeh.d2g.com

總代理 雙葉書廊有限公司
出版日期 西元 2009 年 1 月 初版一刷
電腦排版 辰皓電腦排版企業有限公司
印刷 盈昌印刷有限公司

ISBN : 978-986-157-591-9

原 序

統計是一門獨特的學科，許多可以沉穩處理最艱難學科的學生，視統計為不可克服的障礙。也許以機率術語的表達有它先天上理解的困難——或是它的基礎數學，或是它深奧難懂的呈現方式，我們希望本書可以克服這些困難。

本書盡可能的以清楚及易了解的方式呈現統計概念、原理和方法，程度適合只具備基本數學背景的學生，我們發覺這樣的方式對於醫學、護理、公共衛生和健康科學相關的學生特別有效。

因為統計使用資料解決問題，我們強調了解而非熟練統計技巧，因此本書的基本目的是要介紹直觀的概念而非艱難的數學。

本書編排了每章大綱、學習目標（很容易作為複習時的問題）、重要名詞、結論和字彙表，可幫助學生熟練內容。許多的例子和練習來自健康研究的實際資料，所以學生很快的就能體驗本書的內容和他們領域的相關性。我們的教學、研究和生活哲理反映在這些內容的主題，就如同我們生活方式對於健康有所影響。

本書涵蓋的範圍超過了大部分基本統計所涵蓋的主題，主要是介紹了流行病學的原則，也涵蓋了年齡調整和相對危險性，以及較複雜主題的機率，藉由了解機率，學生對於後來的主題能有較好的理解。另外，幾個章節關於相關、回歸、變異數分析和無參數方法，也納入了滿足醫學和公共衛生學生特別需求的生命統計和生命表。本書最末專章簡介如何執行健康調查和評估研究報告，對於將要執行或使用研

究報告結果的學生有所助益。

本書可供老師所強調的主題，供三個學分課程所用。它包含了能有效刺激學生對統計感興趣的內容，對於自己能否學好統計或對於研讀此科目關聯性感到懷疑而徘徊學生，也特別的有幫助。

第五版之修改

我們很高興本書獲得眾多學生、教師和評論者正面的回饋。本書強調公共衛生和健康科學，這已經成了本書的重要特色。第五版以先前四版的原理和教學法為基礎，希望新版本改進的地方更符合教師的教學目標，並讓學生更容易了解。

雖然先前版本的基本內容和大綱仍保留著，第五版還是有重大的修改。新版持續強調統計親自操作，但更強調電腦程式的使用，更重要的是電腦報表的解釋。

新的內容包括：

- 新的健康科學教材作為例子和說明概念。
- 有關選擇恰當樣本的新資訊。
- 有關測量和解釋偏斜的新資訊。
- 有關自由度和母群體估值的新訊息。
- 在相關的章節介紹 SPSS 統計軟體。

致謝

我很榮幸能繼續 Jan Kuzma 的工作，Kuzma 博士完成了令人讚賞的工作：將統計這樣一門很困難的課程，變得容易了解，我希望我能持續這樣的傳統。

我們要感謝許多的學生、教師和評論者對於此版本的建議：

Priya Banerjee, 美國紐約州立大學 柏拉克分校 (SUNY-Brockport)

Toni Cade, 美國路易斯安那州立大學 拉法葉分校 (University of Louisiana at Lafayette)

Simon Geletta, 得梅因大學 (Des Moines University)

Marcy Parry, 費離斯州立大學 (Ferris State University)

我們同時也要感謝許多出版者的合作，慷慨地提供表格授權。

我們感謝 Thomas Glover 和 Kevin Mitchell 博士，給予第三章「資料的整理和呈現」的建議。

一本教科書的寫作是愛的工作——充滿喜悅與挫折。Kuzma 博士和我要感謝過去這些年來幫助和激勵我們的人。首先，我要感謝教學生涯所遇到的學生，沒有任何事比得上和年輕、好奇的學生一起工作來得快樂。學生從害怕轉變為有自信心，帶給我們興奮與回饋。

我也必須謝謝和我分享職業生涯的許多朋友和同事，在 McGraw-Hill 的工作人員相當傑出，以及感謝明尼蘇達州立大學曼卡多分校 (Minnesota State University-Mankato) 同事相當的支持。我特別要感謝在健康科學系的同事，包括 Judy Luebke、Dawn Larsen 和 Linda Winans，他們的友誼是無價的。我的家人也給予無限的支持。任何教授都知道，學者的生涯是漫長且寂寞的過程，沒有我的妻子，Sandy，和我的女兒，Sam，這個過程將會更漫長且寂寞，謝謝你們。

—S.E.B.

譯者序

本書原作者以淺顯易懂的方式呈現複雜的統計概念和方法，讓統計變得容易了解；內容結構清楚，方便學生研讀；以健康研究的真實資料作為範例和練習，非常適合作為醫學、護理、公共衛生和健康科學相關學生的課本教材。我們在翻譯的過程盡可能保留原著的精神，特別加強中譯本正確性、易讀性和易用性。

本書比一般生物統計書多加入流行病學研究設計簡介、生命統計、及如何撰寫及評估論文等章節，讓讀者針對研究的每一步驟：收集資料的研究設計、資料分析、結果判讀與解釋、撰寫論文，都能夠涉獵。

鑑於國內使用的中文統計名詞尚未統一，我們對於中文名詞的使用特別花了功夫討論，盡量採用普及的翻譯名稱，在每個章節有字彙表及全書有一章索引，方便讀者查閱。由於時間倉促，書中內容難免有不完善的地方，請各位讀者不吝賜教，使本書更臻完善。

李采娟
97.11.7

簡目

1	統計及其用途	2
2	母群體和樣本	22
3	資料的整理與呈現	38
4	摘要資料	70
5	機率	90
6	常態分布	120
7	平均數的抽樣分布和估計	140
8	單一樣本顯著性檢定、點估計和信賴區間	162
9	兩個樣本顯著性檢定、點估計及信賴區間	200
10	變異數分析	226
11	比例的推論	254
12	卡方檢定	270
13	相關與線性迴歸	298
14	無母數方法	334
15	生命統計和人口學方法	362
16	生命表	389
17	健康調查及研究報告	403
	附錄	418
	練習題解答	438

目錄

1	統計及其用途	2
1.1	統計的意義	4
1.2	統計的用途	5
1.3	為何要研讀統計	8
1.4	資料來源	9
1.5	臨床試驗	14
1.6	調查規劃	17
1.7	如何成功地學習統計	17
2	母群體和樣本	22
2.1	選擇合適的樣本	24
2.2	為什麼要選擇樣本	27
2.3	如何選擇樣本	28
2.4	如何選擇隨機樣本	29
2.5	隨機樣本的成效	31
2.6	遺漏值和不完整的資料	32
3	資料的整理與呈現	38
3.1	分類及整理資料	40
3.2	圖、表格和圖形	46
3.3	建立表格	47
3.4	以圖呈現資料	52
4	摘要資料	70
4.1	中央趨勢的測量	72
4.2	變異的測量	76

4.3	變異係數	81
4.4	測量和解釋偏斜	81
4.5	母群體的平均數和標準差	83
5	機率	90
5.1	什麼是機率？	92
5.2	互補事件	95
5.3	機率法則	96
5.4	運算法則	102
5.5	機率分布	105
5.6	彩券機率及抽樣	106
5.7	二項分布	107
6	常態分布	120
6.1	常態分布的重要性	122
6.2	常態分布的特質	123
6.3	常態曲線下的面積	125
7	平均數的抽樣分布和估計	140
7.1	母群體分布及其樣本平均數分布	142
7.2	中央極限定理	145
7.3	平均數標準誤	147
7.4	學生氏 t 分布	148
7.5	應用	151
7.6	自由度：非數學的解釋	152
7.7	母群體的估計值	153
7.8	執行 t 檢定所需假設	156
8	單一樣本顯著性檢定、點估計和信賴區間	162
8.1	假設檢定	164
8.2	定義	164

8.3	顯著性檢定的基礎	165
8.4	虛無和對立假設	166
8.5	顯著性檢定的程序——單一樣本 Z 或 t	167
8.6	單尾檢定與雙尾檢定	171
8.7	顯著性檢定：單一樣本 t 檢定	172
8.8	點估計和信賴區間	176
8.9	信賴區間和 t 分布	178
8.10	樣本數對信賴區間的影響	180
8.11	P 值和統計顯著	181
8.12	從 Z 值決定精確 P 值	182
8.13	單尾和雙尾 P 值	185
8.14	P 值和 t 分布	187
8.15	型一和型二誤差	189
8.16	型一和型二誤差及重新檢視機率	191

9 兩個樣本顯著性檢定、點估計及信賴區間 200

9.1	兩個樣本的 t 檢定	202
9.2	獨立和配對 t 檢定	202
9.3	兩個樣本顯著性檢定的步驟	204
9.4	兩個獨立樣本平均數的顯著性檢定	204
9.5	配對 t 檢定	209
9.6	決定樣本數	213
9.7	敏感度與準確度	214

10 變異數分析 226

10.1	ANOVA 的功能	228
10.2	ANOVA 的原理	229
10.3	ANOVA 的計算	232
10.4	ANOVA 的前提假設	234
10.5	ANOVA 的應用	235
10.6	事後分析	237

10.7	隨機區塊設計	240
11	比例的推論	254
11.1	質性資料的推論	256
11.2	二項分布的平均數及標準差	256
11.3	二項分布近似常態分布	257
11.4	一個二項比例的顯著性檢定	259
11.5	兩個比例差異的顯著性檢定	261
11.6	信賴區間	264
12	卡方檢定	270
12.1	卡方檢定適用的原則	272
12.2	卡方檢定的基礎	272
12.3	卡方檢定的假說類型	276
12.4	兩個變數的獨立性檢定	277
12.5	同質性檢定	280
12.6	兩個比例差異的顯著性檢定	282
12.7	2×2 列聯表	284
12.8	相依比例的 McNemar's 檢定	286
12.9	相關強度的測量值	287
12.10	卡方檢定的使用限制	290
13	相關與線性迴歸	298
13.1	兩個變數的關係	300
13.2	相關和迴歸的差異	302
13.3	散布圖	303
13.4	相關係數	304
13.5	母群體相關係數的假設檢定和信賴區間	310
13.6	相關係數的限制	316
13.7	迴歸分析	318
13.8	迴歸線斜率的推論	323

14	無母數方法	334
	14.1 無母數方法的理論基礎	336
	14.2 無母數方法的優點及缺點	336
	14.3 魏克森等級和檢定及曼惠特尼 U 檢定	337
	14.4 魏克森符號等級檢定	341
	14.5 K-W 單因子等級變異數分析	343
	14.6 符號檢定	346
	14.7 斯皮爾曼等級相關係數	349
	14.8 費氏精確檢定	352
15	生命統計和人口學方法	362
	15.1 生命統計和人口學	364
	15.2 生命統計和人口資料的來源	364
	15.3 生命統計相關的率、比值和比例	370
	15.4 死亡率的測量	371
	15.5 生育率的測量	378
	15.6 疾病率的測量	380
	15.7 率的調整	382
16	生命表	389
	16.1 生命表的一般應用	390
	16.2 當代生命表	391
	16.3 追蹤生命表	397
17	健康調查及研究報告	403
	17.1 規劃健康調查	404
	17.2 評估研究報告	411
	附錄	418
	練習題解答	438

原书空白

1 統計及其用途

本章大綱

1.1 統計的意義

正式地定義「統計」這個名詞，並藉由描述統計學家在做什麼來說明。

1.2 統計的用途

呈現如何使用描述性統計來描述資料，以及如何使用推論性統計於分析資料，以下結論。

1.3 為何要研讀統計

解釋研讀統計對於研究、撰寫發表論文、理解科學期刊，和區分適當使用統計與否的重要性。

1.4 資料來源

討論調查及實驗研究二種主要資料來源，並且進一步將調查分為回溯性或前瞻性，與分為描述性或分析性。

學習目標 Learning Objectives

研習本章後，你應該能夠：

1. 定義「統計」。
2. 列舉研讀統計的理由。
3. 清楚地分辨：
 - a. 描述性和推論性統計。
 - b. 調查和實驗。
 - c. 回溯性和前瞻性研究。
 - d. 描述性和分析性調查。
4. 定義「偏差」。
5. 敘述臨床試驗之目的和構成要素。

1.5 臨床試驗

描述使用臨床試驗以決定新藥物或程序的價值。

1.6 調查規劃

事先預習如何極大化調查資料價值的提示。

1.7 如何成功地學習統計

提供取得最多課外和其他資源的祕訣。

1.1 統計的意義

欲了解統計，請思考兩個基本問題：(1)「統計」是什麼？(2)統計學家在做什麼？一旦我們有了答案，我們就能探究如何使用統計。

「統計」是什麼？

統計 (statistics) 是指：(1)記錄的資料，如交通事故的次數、註冊人數或門診病人數等；(2)一組計算資料的特質，如平均數、標準差或相關係數。在其他情況，統計則是指統計方法學及理論。

簡單地說，統計就是一項能收集、組織、分析、說明和呈現量化資訊的技術及程序。

統計學家在做什麼？

統計學家經常從事於探索人類知識新領域的計畫，通常是挑戰科學任務團隊中的一員；統計學家著重在發展及應用收集與分析資料的方法，他可能選擇一個已被完整建構的技術；或針對特定研究，發展一個提供獨特方式的新技術，以得到正確的結論。更明確地說，統計學家的任務如下：

1. **指導實驗或調查的設計**：在規劃研究時，就應該向統計學家諮詢，使研究在最小偏差下有效地執行。收集資料後再規劃就太晚了，因為屆時不可能施予適當的統計設計，或補救缺乏隨機的樣本。
2. **分析資料**：資料分析可以有很多種形式，如檢查幾個變數間的相關，描述及分析某種特徵的變異（如血壓、溫度、身高、體重），或判定某些選項的差異是否達到顯著。